



KOREAN PATENT ABSTRACTS(KR)

Document Code:A

(11) Publication No.1020010056346

(43) Publication Date. 20010704

(21) Application No.1019990057778

(22) Application Date. 19991215

(51) IPC Code:

H01L 21/304

(71) Applicant:

PARK, JIN GOO

(72) Inventor:

EOM, DAE HONG

PARK, JIN GOO

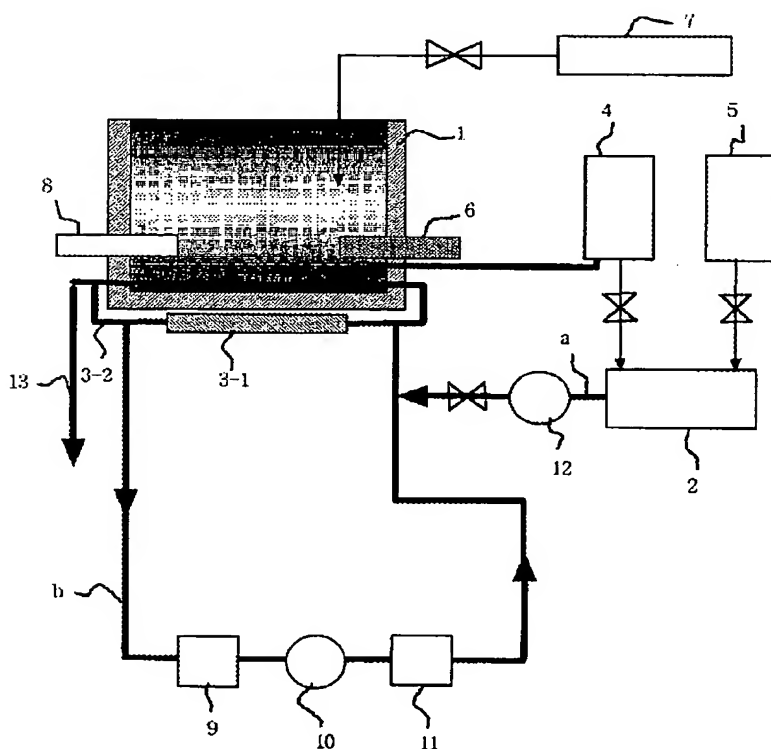
(30) Priority:

(54) Title of Invention

APPARATUS AND METHOD FOR CLEANING SEMICONDUCTOR SUBSTRATE

Representative drawing

(57) Abstract:



PURPOSE: An apparatus and a method for cleaning a semiconductor substrate are provided to simplify liquid waste treatment, to reduce the amount of a chemical solution used, and to permit an efficient cleaning at room temperature or at low temperature, by using an ammonia solution including ozone as a cleaning solution.

CONSTITUTION: Ammonia, pure water and ozone are supplied to a mixing tank(2) from an ammonia tank(4), a pure water tank and an ozone generator(5), and then mixed to form the cleaning solution. Preferably, ammonia and pure water are mixed to a volume ratio of 0.001-0.01:5. The cleaning solution is supplied to a cleaning bath(1) through the first filter(12) for removing ozone bubbles. Next, a megasonic transducer(3-1) applies a megasonic force to the cleaning solution in the bath(1). Next, the semiconductor substrate is immersed in the bath(1), and then impurities on a substrate surface are removed at room temperature. Alternatively, the cleaning method may be performed at

low temperature by circulating the cleaning solution in the bath(1) through a circulation line(b) and a chiller().

COPYRIGHT 2001 KIPO

if display of image is failed, press (F5)

(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁷ (11) 공개번호 특2001-0056346
H01L 21/304 (43) 공개일자 2001년07월04일

(21) 출원번호 10-1999-0057778
(22) 출원일자 1999년12월15일
(71) 출원인 박진구
경기 안산시 사2동 선경아파트 103동 202호
(72) 발명자 박진구
경기 안산시 사2동 선경아파트 103동 202호
엄대홍
인천광역시남구주안7동1439-403/1
(74) 대리인 임재룡

심사청구 : 있음

(54) 반도체 세정 장치 및 이를 이용한 반도체 기판 세정 방법

요약

기판 세정 시 암모니아수에 오존이 주입된 혼합 화학액을 세정액으로 이용함으로써, 폐수처리가 용이하고 화학액의 사용량을 획기적으로 절감시키며 상온이나 저온하에서도 기판 표면의 오염물 제거 효율을 극대화할 수 있도록 함과 아울러 장비의 소형화와 간소화 또한 이룰 수 있도록 한 반도체 세정 장치 및 이를 이용한 반도체 기판 세정 방법이 개시된다.

이를 구현하기 위하여 본 발명에서는, 혼합 탱크 내에서 암모니아수에 오존이 첨가된 세정액을 형성하는 단계와; 상기 세정액을 오존 버블 제거용 필터를 경유하여 세정 조 내로 주입하는 단계와; 메가소닉 트랜스듀서를 이용하여 상기 세정 조 내의 상기 세정액에 메가소닉 힘을 전달하는 단계; 및 상기 세정액 내에 반도체 웨이퍼 기판을 침장하여, 상온에서 상기 기판 표면의 이물질 제거하는 단계로 이루어진 반도체 기판 세정 방법이 제공된다

대표도

도1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에서 제안된 반도체 세정 장치의 구조를 도시한 개략도이다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 암모니아수(암모니아(NH₃OH)가 첨가된 초순수 용액)에 오존(O₃)을 주입시킨 혼합화학액을 세정액으로 이용하는 반도체 세정 장치 및 이를 이용한 반도체 기판 세정방법에 관한 것이다.

반도체 집적회로의 집적도가 높아져 감에 따라 여러 종류의 반도체 박막이 다층으로 적층된 구조의 미세 패턴을 가공해야 할 필요성이 점차 증가되고 있다. 이에 따라, 반도체 소자 제조 시 발생하는 공정 불량을 줄이기 위하여 각 단위 공정이 완료될 때마다 여러 차례에 걸친 기판 세정 공정(예컨대, 산화공정, 확산공정, 사진공정, 식각공정 전·후에 웨이퍼 표면의 오염물 제거를 위하여 실시하는 세정 공정)이 필수적으로 요구되고 있다.

반도체 기판 세정 시 널리 이용되고 있는 세정 공정의 대표적인 예로는 SC1 세정 공정과 희석 SC1에 메가소닉(megasonic)을 결합한 세정 공정을 들 수 있다.

이중, SC1 세정 공정은 암모니아:과산화수소(H₂O₂):물이 1:1:5의 부피비로 혼합된 75 ~ 95℃ 온도의 혼합 화학액을 세정액으로 이용하는 공정으로서, 통상 과산화수소에 의한 웨이퍼 표면의 산화와 암모니아에 의한 표면의 미세 식각이 동시에 이루어지는 방식으로 기판 표면의 오염물 제거 작업이 이루어지게 된다.

반면, 희석 SC1에 메가소닉(megasonic)을 결합한 세정 공정은 암모니아:과산화수소:물이 0.1 ~

0.01:1:5의 부피비로 혼합된 약 45℃ 온도의 혼합화학액을 세정액으로 이용하는 공정으로서, 회석 암모니아에 의한 표면의 식각 효과 감소를 보완하기 위해 물리적인 메가소닉을 결합하여 오염물 제거를 이루고 있다는 점을 제외하고는 기 언급된 방식과 동일한 원리에 의해 세정 작업이 이루어지게 된다. 암모니아의 농도를 희석시켜 사용한 것은 웨이퍼 표면의 미세 거친 현상을 줄이기 위한 것으로, 상기 공정을 적용할 경우에는 회석 암모니아의 사용으로 인해 기존의 SC1 세정 공정에 비해 화학액의 사용량을 절감할 수 있게 되고, 공정 온도를 약 45℃ 정도로 조절하여 사용하기 때문에 고온에서 사용하는 경우보다 세정액의 수명을 연장시킬 수 있다는 잇점을 얻을 수 있다.

그러나, 이들 세정 공정을 적용하여 웨이퍼 표면의 오염물 제거 작업을 진행할 경우에는 파티클 제거 측면에서는 높은 효율을 얻을 수 있으나 세정 작업시 다음과 같은 몇가지의 문제가 발생하게 된다.

첫째, 세정액 내에 산화제인 과산화수소가 첨가되어 있어 세정 공정이 끝난후 폐수 처리시 반드시 탈과산화수소 공정을 거쳐야 하므로, 공정 진행 자체가 복잡하고 어려울 뿐 아니라 폐수처리 비용이 증가하게 된다.

둘째, 고온 공정이기 때문에 암모니아의 증발과 과산화수소의 분해가 가속화될 수 밖에 없어, 증발된 암모니아와 과산화수소 분해시 생성된 물로 인해 세정액의 농도가 희석되어져 세정 효율과 세정액의 수명이 감소하게 된다. 뿐만 아니라 이로 인해 세정 작업시 다량의 과산화수소와 암모니아가 요구되게 되므로 화학액의 비용 상승이 뒤따르게 된다.

셋째, 고온의 세정액 사용으로 인해 세정 장치 내에 히터나 온도 센서 등과 같은 별도의 온도조절 장치가 요구되므로 장비의 대형화와 복잡화가 초래된다.

발명이 이루고자하는 기술적 과제

이에 본 발명의 제 1 목적은, 기판 세정시 암모니아수에 오존이 주입된 혼합화학액을 세정액으로 이용함으로써, 폐수처리가 용이하고 화학액의 사용량을 획기적으로 절감시키며 상온이나 저온의 온도 조건하에서도 기판 표면의 오염물 제거 효율을 극대화할 수 있도록 하여, 장비의 소형화와 간소화를 이룰 수 있도록 한 반도체 세정 장치를 제공함에 있다.

본 발명의 제 2 목적은, 상기 세정 장치와 세정액을 이용한 반도체 기판 세정 방법을 제공함에 있다.

발명의 구성 및 작용

상기 제 1 목적을 달성하기 위하여 본 발명에서는, 암모니아와 초순수 및 오존이 혼합된 세정액이 주입되는 세정 조와; 물을 매개체로 이용하여 메가소닉 힘을 상기 세정 조 내로 균일하게 전달시켜 주는 메가소닉 트랜스듀서와; 세정액 내의 오존 농도를 측정하는 오존 농도 분석기와; 세정액의 pH와 Eh를 측정하는 pH, Eh 미터와; 상기 pH 미터에 의해 상기 세정액 내 암모니아 농도가 일정량 이하로 감소됨이 감지될 경우 상기 세정 조 내로 암모니아를 추가 공급하는 암모니아 첨가 주입구와; 암모니아와 초순수 및 오존을 일정 부피비로 혼합하는 혼합 탱크와; 상기 혼합 탱크로부터 공급된 세정액 내의 오존 버블 성분을 제거하는 제 1 필터와; 상기 제 1 필터를 통해 상기 세정 조 내로 세정액을 공급하는 공급관과; 상기 혼합 탱크에 암모니아를 공급하는 암모니아 탱크와; 상기 혼합 탱크와 상기 세정 조에 각각 연결되어 공정 초기에는 상기 혼합 탱크에 오존을 공급하고, 상기 세정 조 내로의 세정액 공급이 완료되면 상기 세정 조 내에 직접 오존을 공급하는 오존 발생기와; 상기 세정 조 내의 세정액을 순환관을 통해 순환시켜 주는 순환 펌프와; 상기 순환관을 통해 순환되는 세정액의 온도를 저온으로 낮추는 칠러 (온도 냉각 장치)와; 상기 순환관을 통해 공급되는 세정액의 파티클 성분을 제거하는 제 2 필터; 및 수명이 끝난 세정 용액을 폐수처리하는 폐수 배관으로 이루어진 반도체 세정 장치가 제공된다.

이때, 상기 칠러는 세정 작업이 상온에서 이루어질 경우에는 구동을 멈추고 세정 작업이 저온에서 이루어질 경우에만 구동되도록 설계된다.

상기 제 2 목적을 달성하기 위하여 본 발명에서는, 암모니아:초순수가 0.001 ~ 0.01:5의 부피비로 혼합된 암모니아수에 오존이 첨가된 세정액을 형성하는 단계와; 상기 세정액을 오존 버블 제거용 필터를 경유하여 세정 조 내로 주입하는 단계와; 메가소닉 트랜스듀서를 이용하여 상기 세정 조 내의 상기 세정액에 메가소닉 힘을 전달하는 단계; 및 상기 세정액 내에 반도체 기판을 침장하여, 상온에서 상기 기판 표면의 이물질을 제거하는 단계로 이루어진 반도체 기판 세정 방법이 제공된다.

상기 제 2 목적을 달성하기 위하여 본 발명에서는, 암모니아:초순수가 0.005 ~ 0.01:5의 부피비로 혼합된 암모니아수에 오존이 첨가된 세정액을 형성하는 단계와; 상기 세정액을 오존 버블 제거용 필터를 경유하여 세정 조 내로 주입하는 단계와; 상기 세정 조 내의 상기 세정액을 순환관을 통해 순환시킨 뒤 칠러를 경유하여 순환관을 따라 다시 상기 세정 조내로 재유입되도록 하는 단계와; 메가소닉 트랜스듀서를 이용하여 상기 세정 조 내의 상기 세정액에 메가소닉 힘을 전달하는 단계; 및 상기 세정액 내에 반도체 기판을 침장하여, 10 ~ 15℃의 저온에서 상기 기판 표면의 이물질을 제거하는 단계로 이루어진 반도체 기판 세정 방법이 제공된다.

상기 세정액을 적용하여 기판을 세정할 경우, 상기 세정액을 이루는 오존이 과산화수소보다 산화력이 클 뿐 아니라 용액 내 분해시 해로운 반응 생성물을 형성하지 않으므로, 기판 표면의 오염물 제거 효율성을 극대화하면서도 폐수 처리가 용이하게 된다. 또한, 기존의 경우에는 75 ~ 95℃의 온도에서 세정 작업이 실시되던 것에 반해 본 발명의 경우는 상온이나 저온에서 세정 작업이 진행되므로, 세정 장치 설계시 히터나 온도 센서 등과 같은 별도의 온도조절 장치가 필요없게 되어 장비의 소형화와 경량화를 이룰 수 있게 될 뿐 아니라 화학액의 사용량을 현격하게 줄일 수 있게 된다.

이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예에 대해 상세히 설명한다.

도 1은 본 발명에서 제안된 반도체 세정 장치의 구조를 도시한 개략도를 나타낸 것으로, 이를 참조하여 그 기본 구조를 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

세정 조(1) 내에는 암모니아와 초순수 및 오존이 혼합된 세정액이 주입되어 있고, 상기 세정 조(1)의 하단에는 메가소닉 조(3-2)에 담겨진 물을 매개체로 이용하여 메가소닉 힘을 상기 세정 조(1) 내로 균일하게 전달시켜 주는 메가소닉 트랜스듀서(3-1)가 놓여져 있으며, 상기 세정 조(1)의 일측벽 하단부에는 세정액 내의 오존 농도를 측정하는 오존 농도 분석기(6)가 부착되어 있고, 상기 세정 조(1)의 타측벽 하단부에는 세정액의 pH와 Eh를 측정하기 위한 pH, Eh 미터(8)가 부착되어 있다.

이때, 상기 pH 미터는 세정액 내의 암모니아 농도를 예측할 수 있는 정보를 제공하는데, 통상 암모니아의 양이 많을수록 pH가 높게 나타나는 것으로 알려져 있다. 따라서, pH가 너무 높게 되면 암모니아에 의한 기판 표면의 식각 효과가 증대하여 기판의 표면 거칠기가 증가하게 되고, 반면 pH가 너무 낮게 되면 암모니아에 의한 식각 효과가 감소하여 오염물 제거 효율성이 감소하게 된다. 그러므로, 상기 pH 미터를 이용하여 세정액의 상태를 파악한 뒤, 암모니아의 첨가 시기를 적절하게 조절하게 되면 상기 현상들을 예방할 수 있게 되는 것이다. 한편, 상기 Eh 미터는 용액의 산화력을 예측할 수 있는 정보를 제공하므로, 이를 이용해서는 기판 표면의 산화 정도를 예측할 수 있게 된다. 이로부터 세정액 내의 암모니아와 오존의량을 조절할 수 있게 되는 것이다.

상기 세정 조(1)의 상단부에는 상기 pH 미터(8)의해 세정액 내의 암모니아 농도가 일정량 이하로 감소되었음이 감지되었을 때 세정 조(1) 내로 암모니아를 추가 공급하기 위한 암모니아 첨가 주입구(7)가 연결되어 있고, 상기 세정 조(1)의 일측에는 암모니아 탱크(4)와 초순수 공급부(미 도시) 및 오존 발생기(5)를 통해 공급된 암모니아와 초순수 및 오존을 일정 부피비로 혼합시켜 주는 혼합 탱크(2)가 배치되어 있으며, 상기 혼합 탱크(2)에는 세정액 내의 오존 버블 성분을 제거하기 위한 제 1 필터(12)가 연결되어 있고, 상기 제 1 필터(12)와 세정 조(1) 간에는 세정액을 상기 조(1) 내로 주입시키기 위한 공급관(a)이 연결되어 있다.

이 경우, 상기 오존 발생기(4)는 혼합 탱크(2) 외에 세정 조(1)와도 연결되어져 있어, 공정 초기에는 혼합 탱크(2)에만 오존이 공급되나 상기 세정 조(1) 내로의 세정액 공급이 완료된 이후에는 혼합 탱크(2)로의 오존 공급을 중단하고, 세정 조(1) 내로만 오존이 공급되도록 동작된다. 이와 같이 설비 설계를 이룬 것은 세정 공정 중에 소모되는 오존의 양을 보충하여 세정액 내의 오존 농도를 일정하게 유지시켜 줌으로써, 기판 표면의 오염물 제거 효율을 극대화하기 위함이다.

상기 세정 조(1)의 하단에는 상기 조(1) 내의 세정액을 순환관(b)을 통해 순환시켜 주는 순환 펌프(10)가 연결되어 있고, 상기 순환 펌프(10)의 일측에는 상기 순환관(b)을 통해 유입되는 세정액의 온도를 낮추어 주는 칠러(9)가 연결되어 있으며, 상기 순환 펌프(10)의 타측에는 상기 순환관(b)을 통해 유입되는 세정액 내의 파티클 성분을 제거하는 제 2 필터(11)가 각각 연결되어 있고, 상기 세정 조(1)의 타측벽 하단부에는 수명이 끝난 세정 용액을 폐수처리하는 폐수 배관(13)이 연결되어져 있다.

이때, 상기 칠러(9)는 세정 작업이 상온에서 이루어질 경우에는 구동을 멈추고 저온에서 이루어질 경우에만 구동되도록 설계되며, 순환관(b)을 통해 유입된 세정액을 냉각관으로 통과시켜 주는 방식으로 저온을 실현하게 된다.

따라서, 상기 구조의 세정 장치를 이용해서는 다음과 같은 방식으로 기판의 세정 작업이 이루어지게 된다.

먼저, 세정 작업이 상온에서 진행되는 경우를 ㉔ ~ ㉔ 단계로 구분하여 살펴본다.

㉔ 암모니아:초순수가 0.001 ~ 0.01:5의 부피비로 혼합된 암모니아수에 오존이 첨가된 세정액을 형성한다. 이때, 상기 세정액은 혼합 탱크(2)에서 형성된다.

㉔ 상기 세정액을 제 1 필터(12) 경유하여 세정 조 내(1)로 주입한다. 이때, 상기 필터(12)는 세정액 내의 오존 버블 성분을 제거하는 역할을 한다.

㉔ 메가소닉 트랜스듀서(3-1)를 이용하여 상기 세정 조(1) 내의 상기 세정액에 메가소닉 힘을 전달한다.

㉔ 상기 세정액 내에 반도체 기판을 침장하여, 상온에서 상기 기판 표면의 이물질을 제거한다.

다음으로, 세정 작업이 10 ~ 15℃의 저온에서 실시되는 경우를 ㉔ ~ ㉔ 단계로 구분하여 살펴본다.

㉔ 암모니아:초순수가 0.001 ~ 0.01:5의 부피비로 혼합된 암모니아수에 오존이 첨가된 세정액을 형성한다. 이 경우 역시, 상기 세정액은 혼합 탱크(2)에서 형성된다.

㉔ 상기 세정액을 제 1 필터(12)를 경유하여 세정 조 내(1)로 주입한다.

㉔ 상기 세정 조(1) 내로 주입된 세정액을 순환관(b)을 통해 순환시킨 뒤 칠러(9)를 경유하여 순환관(b)을 따라 다시 상기 세정 조(1)내로 재유입되도록 한다. 상기 세정액의 순환 작업은 세정 조(1) 내로 주입되는 세정액의 온도가 10 ~ 15℃의 저온이 될 때까지 반복된다.

㉔ 메가소닉 트랜스듀서(3-1)를 이용하여 상기 세정 조(1) 내의 상기 세정액에 메가소닉 힘을 전달한다.

㉔ 상기 세정액 내에 반도체 기판을 침장하여, 상온에서 상기 기판 표면의 이물질을 제거한다.

즉, 칠러(9)를 이용하여 순환관(b)을 통해 공급되는 세정액의 온도를 저온으로 만들어 준 것을 제외하고는 세정 공정 자체가 동일하게 진행됨을 알 수 있다.

도 1의 세정 장치를 이용하여 상기에 언급된 방법으로 세정 작업을 진행할 경우, 다음과 같은 잇점들을 얻을 수 있게 된다.

첫째, 과산화수소 대신에 이보다 산화력이 더 크고 세정액 내에서 분해시 해로운 반응 생성물을 형성시키지 않는 오존이 사용되므로, 세정 공정이 끝난후 탈과산화수소 공정을 거칠 필요가 없어 폐수처리가

용이할 뿐 아니라 폐수처리 비용이 거의 들지 않게 된다.

둘째, 상온이나 저온에서 세정 작업이 이루어지므로 고온 공정에 비해 암모니아의 증발과 오존의 분해를 억제할 수 있게 되어, 기판 표면의 오염물 제거 효과를 극대화하면서도 세정액의 수명을 증가시킬 수 있게 되고, 화학액의 사용량을 감소시킬 수 있게 된다.

셋째, 저온의 세정액 사용으로 인해 세정 장치 내에 히터나 온도 센서 등과 같은 별도의 온도조절 장치가 필요없게 되므로, 장비의 소형화와 경량화를 이룰 수 있게 된다.

발명의 효과

이상에서 살펴본 바와 같이 본 발명에 의하면, 기판 세정시 암모니아수에 오존이 주입된 혼합화학액을 세정액으로 이용함으로써, 폐수처리가 용이하고 화학액의 사용량을 획기적으로 절감시키며 상온이나 저온의 온도 조건하에서도 기판 표면의 오염물 제거 효율을 극대화할 수 있게 되므로, 세정 장치의 소형화와 간소화를 이룰 수 있게 된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

암모니아와 초순수 및 오존이 혼합된 세정액이 주입되는 세정 조와;

물을 매개체로 이용하여 메가소닉 힘을 상기 세정 조 내로 균일하게 전달시켜 주는 메가소닉 트랜스듀서와;

세정액 내의 오존 농도를 측정하는 오존 농도 분석기와;

세정액의 pH와 Eh를 측정하는 pH, Eh 미터와;

상기 pH 미터에 의해 상기 세정액 내 암모니아 농도가 일정량 이하로 감소됨이 감지될 경우 상기 세정 조 내로 암모니아를 추가 공급하는 암모니아 첨가 주입구와;

암모니아와 초순수 및 오존을 일정 부피비로 혼합하는 혼합 탱크와;

상기 혼합 탱크로부터 공급된 세정액 내의 오존 버블 성분을 제거하는 제 1 필터와;

상기 제 1 필터를 통해 상기 세정 조 내로 세정액을 공급하는 공급관과; 상기 혼합 탱크에 암모니아를 공급하는 암모니아 탱크와;

상기 혼합 탱크와 상기 세정 조에 각각 연결되어 공정 초기에는 상기 혼합 탱크에 오존을 공급하고, 상기 세정 조 내로의 세정액 공급이 완료되면 상기 세정 조 내에 오존을 공급하는 오존 발생기와;

상기 세정 조 내의 세정액을 순환관을 통해 순환시켜 주는 순환 펌프와;

상기 순환관을 통해 순환되는 세정액의 온도를 저온으로 낮추는 칠러와;

상기 순환관을 통해 공급되는 세정액의 파티클 성분을 제거하는 제 2 필터; 및

수명이 끝난 세정 용액을 폐수처리하는 폐수 배관으로 이루어진 것을 특징으로 하는 반도체 세정 장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 칠러는 세정 작업이 상온에서 이루어질 경우에는 구동을 멈추고, 저온에서 이루어질 경우에만 구동되도록 설계된 것을 특징으로 하는 반도체 장치.

청구항 3

암모니아:초순수가 0.001 ~ 0.01:5의 부피비로 혼합된 암모니아수에 오존이 첨가된 세정액을 형성하는 단계와;

상기 세정액을 오존 버블 제거용 필터를 경유하여 세정 조 내로 주입하는 단계와;

메가소닉 트랜스듀서를 이용하여 상기 세정 조 내의 상기 세정액에 메가소닉 힘을 전달하는 단계; 및

상기 세정액 내에 반도체 기판을 침장하여, 상온에서 상기 기판 표면의 이물질을 제거하는 단계로 이루어진 것을 특징으로 하는 반도체 기판 세정 방법.

청구항 4

암모니아:초순수가 0.001 ~ 0.01:5의 부피비로 혼합된 암모니아수에 오존이 첨가된 세정액을 형성하는 단계와;

상기 세정액을 오존 버블 제거용 필터를 경유하여 세정 조 내로 주입하는 단계와;

상기 세정 조 내의 상기 세정액을 순환관을 통해 순환시킨 뒤 칠러를 경유하여 순환관을 따라 다시 상기 세정 조 내로 재주입되도록 하는 단계와;

메가소닉 트랜스듀서를 이용하여 상기 세정 조 내의 상기 세정액에 메가소닉 힘을 전달하는 단계; 및

상기 세정액 내에 반도체 기판을 침장하여, 10 ~ 15℃의 저온에서 상기 기판 표면의 이물질을 제거하는 단계로 이루어진 것을 특징으로 하는 반도체 기판 세정 방법.

도면

도면1

